

Mo31056



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 40 741 A 1**

⑤1 Int.-Cl. 5:
H 04 B 7/04
H 04 B 1/50

②1 Aktenzeichen: P 41 40 741.5
②2 Anmeldetag: 11. 12. 91
④3 Offenlegungstag: 17. 6. 93

DE 41 40 741 A 1

⑦1 Anmelder:
Flachglas AG, 8510 Fürth, DE

⑦4 Vertreter:
Andrejewski, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Honke, M.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Masch, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.;
Albrecht, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 4300
Essen

⑦2 Erfinder:
Reichmann, Peter, Dipl.-Phys., 4650 Gelsenkirchen,
DE; Schünemann, Uwe, Dipl.-Phys. Dr., 4100
Duisburg, DE; Paulus, Peter, Dipl.-Phys. Dr., 4400
Münster, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Betrieb einer Mobilfunkanlage eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges

⑤7 Verfahren zum Betrieb einer Mobilfunkanlage eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges. Die Mobilfunkanlage ist für einen Duplex-Betrieb eingerichtet und weist einen Empfänger für Funksignale, einen Sender für Funksignale, eine Duplex-Weiche, eine Mehrzahl von Antennen und ein Steuergerät auf. Die empfangenen Funksignale der verschiedenen Antennen werden über eine Antennendiversitätsschaltung miteinander verglichen. Jeweils die Antenne mit der besten Empfangssignalgüte in bezug auf die empfangene elektrische Energie wird für den Empfang ausgewählt. Die nach Maßgabe der empfangenen Funksignale für den Empfang ausgewählte Antenne wird mit Hilfe des Steuergerätes auch für die zu sendenden Funksignale eingesetzt.

DE 41 40 741 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Mobilfunkanlage eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, — welche Mobilfunkanlage für einen Duplex-Betrieb eingerichtet ist und einen einzigen Empfänger für Funksignale, einen einzigen Sender für Funksignale, eine Duplex-Weiche, eine Mehrzahl von Antennen und ein Steuergerät aufweist. — Der Ausdruck Antenne bezeichnet jede Art von Antennen für Kraftfahrzeuge, insbesondere Antennenscheiben, aber auch Stoßstangenantennen, Zierleistenantennen, Nummernschildantennen und dergleichen. Der Ausdruck Antennenscheibe bezeichnet Fahrzeugscheiben beliebiger Auslegung und beliebigen Aufbaus, die Antennen für den Empfang und für das Senden von Funksignalen aufweisen, wobei eine Antennenscheibe auch mit mehreren Antennenelementen versehen sein kann. Infolge der Wechselwirkung mit dem Kraftfahrzeug zeigen Antennen an Kraftfahrzeugen häufig eine Richtwirkung. Zumindest kann sie eingerichtet werden. Die Richtwirkung der einzelnen Antennen ist dabei unterschiedlich.

Typische Antennen für Kraftfahrzeuge in der Form von Antennenscheiben, die auch im Rahmen der Erfindung einsetzbar sind, sind z. B. beschrieben in den Literaturstellen DE 36 31 930, DE 37 28 226, DE 38 03 440, DE 38 24 417. Der Ausdruck Funksignal bezeichnet elektromagnetische Wellen, die im Rahmen des Mobilfunks Informationen übermitteln, fahrzeugempfängerseitig aber auch solche elektromagnetischen Wellen, die als Rauschen, Bitfehler oder dergleichen auftreten. Duplex-Betrieb bezeichnet eine Betriebsweise, bei der Empfangen und Senden gleichzeitig, mit einem vorgegebenen Duplex-Abstand der Frequenzen erfolgen, wie es z. B. in der Literaturstelle "Mobilfunk Handbuch" (Folkert, Wozny 1989), Teil 7.1, Seite 14, beschrieben ist. Der Duplex-Betrieb steht im Gegensatz zum Simplex-Betrieb, bei dem Empfangen und Senden abwechselnd erfolgen und üblicherweise die Empfangsfrequenz und die Sendefrequenz übereinstimmen.

Mobilfunkanlagen des eingangs beschriebenen Aufbaus sind in verschiedenen Ausführungsformen bekannt. Die bekannte Ausführungsform, von der die Erfindung ausgeht, ist z. B. beschrieben in der DE-OS 38 03 440. Hier sind die mehreren Antennen zusammengeschaltet, so daß sie in bezug auf Empfangen und/oder Senden gleichzeitig arbeiten. Dazu wird mit passiven, verstärkerlosen Kopplungsschaltungen gearbeitet. Diese Kopplungsschaltungen können im übrigen einerseits zur Wellenwiderstandsanpassung, andererseits zur Phasenanpassung der empfangenen oder gesendeten Signale der verschiedenen Antennen dienen. Passive Kopplungsschaltungen führen jedoch zu Nachteilen. Die Sendeleistung wird aufgeteilt, so daß nur ein geringer Gewinn zu erwarten ist. Aus Reziprozitätsgründen gilt dieses auch für den Empfang. Da sich die Strahlungseigenschaften der einzelnen Antennen mehr oder weniger überlappen, sind im Überlappungsbereich Auslöschungen nicht auszuschalten, d. h. es können sehr tiefe, wenn auch schmale Minima im Strahlungsdiagramm auftreten.

Im übrigen kennt man zum Empfang von Funksignalen sogenannte Antennendiversityschaltungen. Diese erlauben es, die Funksignale, die von den einzelnen Antennen empfangen werden, miteinander zu vergleichen, und benutzen lediglich diejenige Antenne für den Empfang, die die beste Signalaufnahme, anders ausgedrückt

die beste Empfangssignalgüte aufweist. In die Empfangssignalgüte gehen hauptsächlich der Empfangspegel, aber auch der Störabstand ein. Ändern sich die Empfangssignalgüten, so erfolgt eine Umschaltung. Es versteht sich, daß solche Antennendiversityschaltungen während der gesamten Empfangszeit periodisch in kurzen Zeitabständen oder permanent wirksam sind. Auf diese Weise werden unterschiedliche Richtwirkungen der Antennen, aber auch Mehrwegstörungen des Systems, unterdrückt. Eine typische Antennendiversityschaltung, die auch im Rahmen der Erfindung einsetzbar ist, ist z. B. beschrieben in der Literaturstelle DE 36 41 109. Eine besondere Ausbildung einer Antennendiversityschaltung ist in der EP-OS 02 18 843 beschrieben.

Der Erfindung liegt, ausgehend von einer Mobilfunkanlage des eingangs beschriebenen Aufbaus mit Duplex-Betrieb die Aufgabe zugrunde, ein Betriebsverfahren anzugeben, welches sowohl beim Empfang als auch beim Senden Störungen durch unterschiedliche Richtwirkung der Einzelantennen unterdrückt und Störungen durch Mehrwegempfang mindert.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer Mobilfunkanlage eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, welche Mobilfunkanlage für einen Duplex-Betrieb eingerichtet ist und einen einzigen Empfänger für Funksignale, einen einzigen Sender für Funksignale, eine Duplex-Weiche, eine Mehrzahl von Antennen und ein Steuergerät aufweist, wobei die empfangenen Funksignale der verschiedenen Antennen über eine Antennendiversityschaltung miteinander verglichen und jeweils die Antenne mit der besten Empfangssignalgüte in bezug auf die empfangene elektrische Energie für den Empfang ausgewählt wird und wobei die nach Maßgabe der empfangenen Funksignale für den Empfang ausgewählte Antenne mit Hilfe des Steuergerätes auch für die zu sendenden Funksignale eingesetzt wird. Das kann mit möglichst wenig modifizierten, an sich bekannten Mobilfunkgeräten verwirklicht werden, im einfachsten Fall mit einem Mobilfunkgerät mit lediglich einem Sender, einem Empfänger, einer Duplex-Weiche und der Steuerung. Bevorzugte Verfahrensweisen sind Gegenstand der Patentansprüche 2 bis 6.

Grundsätzlich ist es bei Mobilfunkanlagen aus der EP-OS 03 50 007 bekannt, eine Antennendiversityschaltung nicht nur für den Empfang, sondern auch für das Senden einzusetzen, jedoch lediglich im Rahmen eines Simplex-Betriebes.

Im folgenden erfahren die erfindungsgemäßen Maßnahmen eine technologische Erläuterung. Dazu wird zweckmäßigerweise an die bekannte Antennendiversityschaltung (EP-OS 03 50 007) angeschlossen. Die daraus bekannten Maßnahmen beruhen auf der Vermutung, daß beim Mobilfunk die beste Empfangsantenne auch die beste Sendeantenne ist. Schaltet man die beste Empfangsantenne als Sendeantenne, so produziert dieses jedoch Störungen und Fading-Effekte, wenn die ausgewählte Empfangsantenne bis zum Sendevorgang infolge einer Positionsänderung des Fahrzeuges nicht mehr die beste Empfangsantenne ist, das Verhalten der ausgewählten Antenne sich also verschlechtert. Solche Fading-Effekte beruhen häufig auf Mehrwegeausbreitung. Diese entsteht durch Reflexion an Bergen, Gebäuden und anderen Objekten. Die Störungen durch Mehrwegeempfang können grundsätzlich durch Antennen mit Richtwirkung vermieden werden, wie es bei der stationären Funktechnik seit langem Stand der Technik

ist. Antennen für den betrachteten Frequenzbereich zeigen am Kraftfahrzeug häufig diese gewünschte Richtwirkung, welche jedoch den nachteiligen Effekt hat, daß der Funkbetrieb beispielsweise zur einen Seite des Fahrzeuges möglich, zur anderen Seite des Fahrzeuges aber unmöglich ist. Im Gegensatz zu der bekannten Ausführungsform mit Antennendiversityschaltung gemäß EP-OS 03 50 007 arbeitet das erfindungsgemäße Verfahren im Duplex-Betrieb. Deshalb treten die Fading-Effekte aufgrund der unterschiedlichen Frequenzen an anderen Positionen der Fahrstrecke und damit zu anderen Zeitpunkten für den Sende- bzw. für den Empfangsfall auf. Insoweit beruht die Erfindung auf der Erkenntnis, daß die beste Empfangsantenne nicht notwendig zu jedem Zeitpunkt auch die beste Sendeantenne ist. Die Erfindung nutzt dabei nach bevorzugter Ausführungsform die unterschiedliche Richtwirkung von Antennen an Kraftfahrzeugen aus, so daß die Fading-Effekte grundsätzlich verringert sind (H. Lindenmeier et al., "NTG-Fachberichte 91" (1986), S. 160 / 8—12). Durch die Richtwirkung der Antennen des Kraftfahrzeuges verursachte langsame Veränderungen der Sende- bzw. Empfangsleistung einer einzelnen Antenne werden eliminiert. Solch Änderungen der Empfangsleistung vollziehen sich zumeist mit Zeitkonstanten von über einer Sekunde. Aus diesem Grunde schlägt die Erfindung vor, die Empfangsgüte über einen Zeitraum, der beispielsweise eine Sekunde beträgt, zu mitteln und dieses Kriterium zur Auswahl der besten Empfangsantenne zu benutzen. Hierdurch ist mit hoher Wahrscheinlichkeit gesichert, daß die Antenne, die mit ihrer Richtung auf die Funkstation zeigt, ausgewählt wird. Diese Antenne wird auch für den Sendebetrieb benutzt, da bei dem verwendeten, relativ geringen Duplex-Abstand von 10—20 MHz die Hauptsenderichtung sich mit der Hauptempfangsrichtung der Antenne deckt und somit auch auf die Funkstation zeigt. Obgleich beim Senden hohe Leistungen geschaltet werden müssen, z. B. Leistungen von 20 Watt und mehr, kann im Rahmen der Erfindung mit üblichen Antennendiversityschaltungen gearbeitet werden, die zur Adaptation an das erfindungsgemäße Verfahren jedoch mit einer besonderen Leistungselektronik ausgerüstet sind. Preisgünstiger ist es in diesem Zusammenhang, zumindest beim Senden von Funksignalen die Antennenumschaltung mit Hilfe eines Hochfrequenzrelais elektromagnetischer Bauart durchzuführen. Es versteht sich, daß die Antennendiversityschaltung zweckmäßig so eingestellt wird, daß sie lediglich auf langsame Änderungen der Empfangssignalgüte reagiert, die durch Positionsänderungen des Fahrzeuges bedingt sind.

Im folgenden werden die Erfindung und die funktionellen Zusammenhänge anhand eines Schaltbildes einer Diversity-Einheit für das erfindungsgemäße Verfahren ausführliche erläutert.

In dem Schaltbild bezeichnen, der üblichen Normierung entsprechend, R = Widerstände, C = Kapazitäten, OP = Operationsverstärker, D = Dioden, I = Inverter und T einen Transistor.

Vom Telefon P geht die Empfangssignalgüte der momentan geschalteten Antenne A1 in Form einer Spannung U0 in die dargestellte Schaltung. Im Ausführungsbeispiel sind zwei Antennen A1 und A2 vorgesehen. Die Widerstände R1, R2 und der Kondensator C1 wirken als Tiefpaß und filtern eventuelle hochfrequente Störungen aus dem genannten Signal des Telefons P. Über OP1, R6 und C2 wird das Signal gepuffert. Über die Widerstände R4 und R5 und den geschlossenen Halbleiter-Schalter

S1 wird der Kondensator C3 auf die Spannung U1 aufgeladen. Die Spannung wird über OP2, R2 und C4 gepuffert und über R7 dem Diskriminator OP3 zugeführt. Am zweiten Eingang von OP3 liegt eine Spannung U2, die der Empfangssignalgüte der Antenne A2 zugeordnet wird: Da der Schalter S2 geöffnet ist, wird die Spannung U2 des Kondensators C5 nicht über R8 eingestellt. Über die hochohmigeren Widerstände R9 und R10 und die Spannungsquelle U_{ref1} stellt sich langsam eine Spannung U_{ref2} ein, Zeitkonstante etwa eine Sekunde. Sie wird über OP4, R11 und C6 gepuffert und über R12 auf den zweiten Eingang von OP3 geführt. Die Spannung U2 nähert sich so nach einigen Sekunden der Spannung U_{ref2} an. Es wird so für die Antenne A2 ein Referenzpegel simuliert. U_{ref2} ist definiert als $U_{ref1}(R10/(R9 + R10))$.

Ist die Spannung U1 größer als U2 (das heißt: die Empfangssignalgüte der Antenne A1 ist größer als die der Antenne A2 bzw. der Referenzpegel), so behält OP3 seinen Schaltzustand bei. Wird U1 kleiner als U2, kehrt OP3 seinen Schaltzustand um.

Über die Diode D1 und den Widerstand R13 wird damit der Schaltzustand des Transistors T1 umgekehrt. Der Kondensator C4 und der Widerstand R14 bilden dabei ein weiteres Zeitglied. Dadurch wechselt das Relais HF1 und schaltet die Antenne 2 zum Telefon P. Gleichzeitig werden über die Inverter I1 und I2 die Schaltzustände der Schalter S2 und S1 gewechselt. So wird die nun vom Telefon P kommende Spannung U0 über R4, S2 und R8 auf den Kondensator C5 aufgeprägt. Der Kondensator C3 speichert zunächst den zuletzt gültigen Pegelwert für Antenne 1, nimmt aber über R15 und R16 nach einigen Sekunden die Spannung U_{ref2} an. — Mit dieser Art der Schaltung wird für die beiden Antennen A1 und A2 folgendes erreicht:

Ist der Pegel einer Antenne über dem wie vorstehend beschrieben gebildeten Referenzpegel, so wird die Antenne nicht gewechselt. Unterhalb des Referenzpegels wird auf die andere Antenne gewechselt. Liegt sie über dem Referenzpegel, so bleibt sie eingeschaltet. Liegt sie ebenfalls unter dem Referenzpegel, so wird nach einer vorgegebenen Zeitspanne auf die erste Antenne zurückgeschaltet. Die Zeitspanne ist dabei abhängig von den Zeitkonstanten, die sich aus der Wahl von R4, R5, R15, R16 und C3 bzw. R4, R8, R9, R10 und C5 ergeben, und abhängig von der Empfangssignalgüte der beiden Antennen. Je geringer die Empfangssignalgüte einer Antenne ist, um so kürzer sind die Anschaltzeiträume dieser Antenne. Das bedeutet, daß die Antenne mit der höheren Empfangssignalgüte für einen Großteil der Betriebszeit angeschaltet ist, die Antenne mit der geringeren Empfangssignalgüte nur für einen Zeitraum, der benötigt wird, den entsprechenden Kondensator C3 bzw. C5 auf den aktuellen Empfangssignalgütewert aufzuladen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Mobilfunkanlage eines Fahrzeuges, insbesondere eines Kraftfahrzeuges, welche Mobilfunkanlage für einen Duplex-Betrieb eingesetzt ist und einen einzigen Empfänger für Funksignale, einen einzigen Sender für Funksignale, eine Duplex-Weiche, eine Mehrzahl von Antennen und ein Steuergerät aufweist, wobei die empfangenen Funksignale der verschiedenen Antennen über eine Antennendiversityschaltung

tung miteinander verglichen und jeweils in bezug auf die Antenne mit der besten Empfangssignalgüte in bezug auf die empfangene elektrische Energie für den Empfang ausgewählt wird und wobei die nach Maßgabe der empfangenen Funksignale für den Empfang ausgewählte Antenne mit Hilfe des Steuergerätes auch für die zu sendenden Funksignale eingesetzt wird. 5

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei mit Antennen gearbeitet wird, die eine Richtwirkung aufweisen. 10

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei mit Hilfe der Antennendiversityschaltung und mit Hilfe eines in die Antennendiversityschaltung integrierten Rechners die in einer vorgegebenen Zeitspanne empfangenen Funksignale der verschiedenen Antennen in bezug auf ihre Empfangssignalgüte über die Zeitspanne gemittelt und die Antenne mit der höchsten gemittelten Empfangssignalgüte ausgewählt und auch für die auszusendenden Funksignale eingesetzt wird. 15 20

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei mit einem Duplex-Abstand der Frequenzen in der Größe von 3 bis 10%, vorzugsweise von etwa 5%, der Betriebsfrequenz gearbeitet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei zumindest beim Senden von Funksignalen die Antennenumschaltung mit Hilfe eines Hochfrequenzrelais elektromechanischer Bauart durchgeführt wird. 25

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Antennendiversityschaltung so eingestellt wird, daß sie lediglich auf langsame Empfangspegeländerungen reagiert, die durch Positionsänderungen bzw. Richtungsänderungen des Fahrzeuges relativ zur stationären Empfangs-/Sendestation bedingt sind. 30 35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

